

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
29 juillet 2004 (29.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/064146 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :

H01L 21/762, 21/304, 21/20

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/003622

(22) Date de dépôt international :

8 décembre 2003 (08.12.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(FR). MORICEAU, Hubert [FR/FR]; 26, rue du Four-
net, F-38120 Saint-Egreve (FR). LAGAHE, Christelle
[FR/FR]; La Guillenchière, Route de la Cascade, 38134
Saint Joseph de Rivière (FR).(74) Mandataire : SANTARELLI; 14, avenue de la Grande
Armée, BP 237, F-75822 Paris Cedex 17 (FR).(81) États désignés (*national*) : JP, US.(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Données relatives à la priorité :

02/15550 9 décembre 2002 (09.12.2002) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31/33, rue de la Fédération, F-75752 Paris Cedex 15 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : FOUR-
NEL, Franck [FR/FR]; 9, route des Iles, F-38530 Moirans

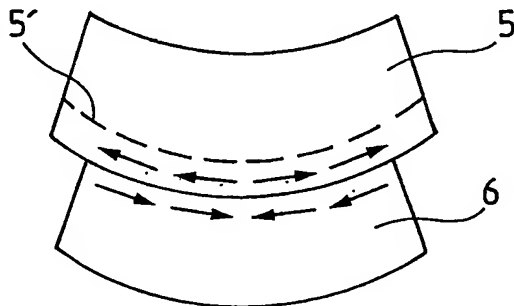
Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: METHOD FOR MAKING A STRESSED STRUCTURE DESIGNED TO BE DISSOCIATED

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UNE STRUCTURE CONTRAINTE DESTINEE A ETRE DISSOCIEE



(57) Abstract: The invention concerns a method for making a complex microelectronic structure by assembling two substrates (5, 6; 11, 13) through two respective linking surfaces, said structure being designed to be dissociated at a separation zone. The invention is characterized in that it consists, prior to assembling, in producing a difference of state of tangential stresses between the two surfaces to be assembled, said difference being selected so as to obtain in the assembled structure a predetermined state of stresses at the time of dissociation.

(57) Abrégé : Procédé de réalisation d'une structure microélectronique complexe par assemblage de deux substrats (5, 6 ; 11, 13) par deux faces respectives de liaison, cette structure étant destinée à être dissociée au niveau d'une zone de séparation, caractérisé en ce que, avant assemblage, on

crée une différence d'état de contraintes tangentielle entre les deux faces à assembler, cette différence étant choisie en sorte d'obtenir au sein de la structure assemblée un état de contraintes prédéterminé au moment de la dissociation.

Procédé de réalisation d'une structure contrainte destinée à être dissociée

5

10 **Domaine technique et état de la technique antérieure**

L'invention concerne un procédé de réalisation d'une structure microélectronique complexe par assemblage de deux structures microélectroniques élémentaires, cette structure complexe étant destinée à être dissociée. Dans ce qui suit, la notion de structure microélectronique devra être
15 considérée comme couvrant également les structures optoélectroniques, microtechnologiques, ou nanotechnologiques ou encore nanoélectroniques.

Le report d'une couche d'un substrat d'origine vers un substrat cible définitif ou temporaire est de plus en plus utilisé en microélectronique. Cette technique a, en effet, de multiples applications dont on ne citera ici que deux
20 exemples à titre indicatif mais nullement limitatif. Elle est utilisée par exemple pour la réalisation de substrats de type SOI (silicium sur isolant) qui permettent en particulier la réalisation de composants rapides et de faible consommation. Elle est utilisée également pour la réalisation de substrats composites permettant de limiter les coûts en évitant l'utilisation de substrats massifs
25 onéreux. C'est le cas par exemple des substrats massifs en carbure de silicium.

Un procédé connu permettant le report d'une couche mince d'un substrat source vers un substrat cible est décrit entre autre dans les documents FR 2 681 472 et ses différents perfectionnements (incorporés par référence). Il comprend notamment les étapes suivantes :

30 - création par implantation ionique d'une zone fragilisée enterrée au sein du substrat source délimitant au sein de ce substrat la couche mince à transférer,

- assemblage du substrat source avec le substrat cible au niveau de la surface libre de la couche mince,
- apport d'énergie thermique et/ou mécanique pour provoquer une fracture au sein du substrat source au niveau de la zone fragilisée.

5 Un problème peut se poser lorsque l'on souhaite utiliser un traitement thermique pour induire tout ou partie de la fracture au niveau de la zone fragilisée et que les substrats source et cible présentent des matériaux de coefficients de dilatation thermique très différents. C'est le cas par exemple si l'on souhaite transférer un film de silicium sur un substrat de silice fondue. En
10 effet, le traitement thermique peut induire au sein de la structure formée par l'assemblage des deux substrats, du fait de la différence de coefficients de dilatation thermique, des contraintes internes importantes qui peuvent être dommageables pour la structure. Ces contraintes peuvent également être
15 dommageables au moment de la fracture proprement dite, puisque, à ce moment là, les structures, en se dissociant brutalement, se relaxent immédiatement. Il y a donc, à ce moment, un saut de contraintes brutal au niveau de chaque structure, celle formée de la couche mince transférée solidaire du substrat cible et celle formée par le reste du substrat source. Ce saut, s'il est trop important, peut endommager au moins une de ces deux
20 structures.

Pour résoudre ce problème, il faudrait être capable de contrôler de façon précise, à la température de fracture, les contraintes au sein de la structure formée de l'assemblage des deux substrats pour pouvoir les maintenir sous un niveau de contraintes acceptable, voire les minimiser.

25 Plus généralement, le problème est de contrôler les contraintes au sein d'une hétérostructure (structure complexe pouvant être formée par assemblage d'au moins deux matériaux différents) au moment de la dissociation de cette hétérostructure lorsque cette dissociation nécessite un changement de température.

30

Exposé de l'invention

Pour répondre au problème posé, l'invention propose un procédé de réalisation d'une structure complexe par assemblage de deux substrats par deux faces respectives de liaison, cette structure étant destinée à être dissociée
5 au niveau d'une zone de séparation, qui se caractérise par le fait que, avant assemblage, on crée une différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler, cette différence étant choisie en sorte d'obtenir au sein de la structure assemblée un état de contraintes prédéterminé au moment de la dissociation.

10 Avantageusement, la différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler est choisie en sorte de minimiser les contraintes au niveau de la zone de séparation au moment de la dissociation.

Ainsi, l'invention préconise de générer volontairement des contraintes dans la structure assemblée pour lui permettre de compenser les
15 contraintes qui seront générées par la suite lors de l'élévation en température nécessaire à la dissociation de la structure.

Il est à noter que, dans un tout autre contexte, il est proposé dans la publication de D. Feijoo, I. Ong, K. Mitani, W. S. Yang, S. Yu and U. M. Gösele, "Prestressing of bonded wafers", Proceedings of the 1st international
20 symposium on semiconductor wafer bonding, Science, Technology and applications, Vol. 92-7, The Electrochemical Society (1992) p.230, une méthode pour générer des contraintes internes au sein d'une structure complexe pour renforcer la stabilité mécanique de cette structure.

Pour cela, deux structures, en l'occurrence deux plaques de silicium,
25 sont collées par adhésion moléculaire dans des conditions standard. La structure complexe ainsi formée est ensuite contrainte par courbure. La courbure est provoquée par l'application d'un pointeau au centre de la structure, la structure étant maintenue fixe en sa périphérie. En courbant suffisamment la structure, l'interface de collage cède : les deux plaques se décolle
30 recollent aussitôt à la courbure atteinte. Ce processus de décollement/recollement peut s'opérer plusieurs fois en fonction de l'énergie de collage à l'interface et de la force appliquée grâce au pointeau. Lorsque les

auteurs relâchent la contrainte due au pointeau, la structure complexe se relaxe et se stabilise à un rayon de courbure qui dépend de celui obtenu lors du dernier décollement/recollement de la structure complexe sous contrainte du pointeau. Des contraintes internes sont ainsi générées dans la structure
5 complexe.

Mais ces contraintes internes générées dans la structure ne sont pas facilement ajustables par cette technique. En effet, elles sont dépendantes des valeurs relatives de l'énergie de déformation élastique de la structure et de l'énergie du collage. De plus, comme l'indique les auteurs, cette méthode ne
10 peut être employée pour des collages moléculaires de trop forte énergie car dans ces conditions, les deux structures assemblées ne parviennent pas à se décoller et, si on reste dans les limites de déformation élastique de la structure quand on retire le pointeau, la structure revient à son état initial au moment du collage moléculaire. Celle-ci ne présente alors aucune courbure et donc aucune
15 contrainte interne. Or, il est souvent technologiquement intéressant d'avoir une forte énergie de collage afin d'assurer par exemple une bonne solidité de l'interface de collage.

Ce document ne se préoccupe nulle part de contrôler les contraintes au sein de la structure liées à un changement de température.

La technique décrite dans ce document permet donc certes de
20 générer des contraintes dans une structure complexe mais n'associe pas cette idée à la résolution de problèmes de comportement en température d'une hétérostructure. Ce n'est donc qu'a posteriori que ce document peut présenter des analogies avec l'invention. En tout état de cause, la technique proposée est
25 difficilement ajustable ce qui ne permet pas de réel contrôle des contraintes. Elle reste de plus limitée à des structures assemblées avec des énergies de collage limitées.

Le procédé de l'invention ne présente pas ces limitations. L'état de contraintes généré au sein de la structure complexe dépend des contraintes
30 générées indépendamment avant assemblage, dans chaque substrat. Ces contraintes, voir ci-dessous, sont précisément ajustables. Le procédé est donc reproductible et ajustable de façon précise, ce qui permet de contrôler (ou

maîtriser) les contraintes en fonction des besoins futurs. Les forces de collage entre les substrats à assembler ne sont plus limitées puisque la structure complexe n'a pas dans le cadre de l'invention à se décoller au cours de l'assemblage.

5 Dans la suite du document, les substrats à assembler sont également appelés structures élémentaires par opposition à la structure complexe formée par l'assemblage de ces deux substrats.

La différence de contraintes tangentielles entre les faces à coller des deux structures élémentaires peut avantageusement être créée en déformant
10 (principalement de façon élastique) chacune des dites structures avant assemblage. Une technique simple et facile à mettre en œuvre pour générer des contraintes est de courber ces structures.

Selon un mode de réalisation préféré, les deux structures élémentaires seront courbées de sorte que les deux faces à assembler sont
15 respectivement concave et convexe. Elles peuvent par ailleurs être complémentaires, par exemple respectivement sphérique concave et sphérique convexe.

Courber les structures élémentaires pour générer des contraintes peut, par exemple, être mis en œuvre par application de forces mécaniques
20 localisées et/ou réparties sur les structures à déformer.

Selon un mode de réalisation préféré, on peut créer une différence de pression entre les deux faces de la structure à courber. Parmi les moyens de réaliser cette différence de pression pour obtenir une structure élémentaire présentant une face à assembler concave, on peut citer l'aspiration de ladite
25 structure sur une préforme concave de profil adapté choisi en fonction de celui à donner à la face à assembler et sur laquelle la structure repose localement en sa périphérie. Avantageusement, on pourra prévoir des joints pour améliorer l'étanchéité entre la structure et la préforme. On peut citer également l'aspiration de ladite structure à l'intérieur d'une cavité (sans préforme), la
30 structure reposant localement en sa périphérie sur un joint bordant cette cavité.

La structure élémentaire courbée peut être obtenue par déformation de cette structure entre deux préformes complémentaires, l'une concave, l'autre

convexe, de profils choisis en fonction de celui à donner à la face à assembler. Dans ce cas, il peut être prévu sur la préforme qui reçoit la structure élémentaire des canaux d'aspiration pour maintenir la structure courbée, une fois enlevée l'autre préforme. Cette autre préforme peut avantageusement être
5 l'autre structure élémentaire à assembler déjà courbée selon le profil désiré.

Une autre alternative consiste à appliquer les forces mécaniques simultanément sur les deux structures à assembler, par exemple par déformation des deux structures entre deux préformes de profils choisis en fonction de ceux à donner aux faces à assembler.

10 De manière préférée :

- l'application de forces mécaniques sur l'un au moins des substrats est effectuée à l'aide d'une préforme constituée d'un moule,
- cette préforme est constituée d'un moule poreux,
- l'application de forces mécaniques sur les substrats est effectuée
15 à l'aide d'au moins une préforme déformable.

De manière préférentielle, l'assemblage entre les deux structures est un collage moléculaire permettant d'atteindre des forces d'adhésion importantes et une interface de bonne qualité. Dans ce cas, avant ou après création de la différence d'état de contraintes entre les deux faces à assembler,
20 lesdites faces sont traitées afin de faciliter le collage ultérieur. Ces traitements peuvent consister par exemple en un polissage mécanique et /ou chimique, un traitement chimique, un traitement UV ozone, RIE (reactive ion etching), plasma, un recuit hydrogène, etc.

Selon d'autres dispositions préférées de l'invention :

- 25 - l'assemblage entre les substrats est réalisé par contact direct, la surface d'au moins l'un des substrats étant aménagée en sorte d'éviter un piégeage d'air entre les surfaces assemblées,
 - l'un au moins des substrats est percé,
 - ce substrat est percé en son centre,
 - 30 - l'un au moins des substrats comporte au moins un canal non traversant débouchant en bordure du substrat,

- l'assemblage entre les substrats est réalisé au moyen d'une couche de fluage,
- on réalise l'assemblage à une température supérieure à l'ambiante,
- 5 - les substrats sont chauffés par contact avec des préformes chauffées,
- les préformes sont respectivement chauffées à des températures différentes.

10 Par ailleurs, la différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler est avantageusement choisie de sorte que les précontraintes ainsi créées au sein de la structure complexe permettent d'imposer pour la suite des contraintes internes spécifiées à une température spécifiée. Avantageusement, les précontraintes seront choisies pour minimiser ou annuler les contraintes au sein de la structure complexe.

15 L'invention concerne également un procédé de report d'une couche mince depuis un substrat source vers un substrat cible, comprenant les étapes suivantes :

- implantation ionique au travers d'une face du substrat source pour créer une couche fragilisée enterrée à une profondeur déterminée par rapport à la face implantée du substrat source, une couche mince étant ainsi délimitée entre la face implantée et la couche enterrée,
- 20 - assemblage d'une face du substrat source sur une face du substrat cible pour former une structure assemblée,
- dissociation de la couche mince d'avec le reste du substrat source
- 25 au niveau de la couche enterrée,

ce procédé se caractérisant par le fait que, avant assemblage, on crée une différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler, cette différence étant choisie en sorte d'obtenir au sein de la structure assemblée un état de contraintes prédéterminé au moment de la dissociation.

30

Avantageusement, cette différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler est choisie en sorte de minimiser les

contraintes au niveau de la couche enterrée au moment de la dissociation. Ceci permet de garantir la qualité des structures obtenue après dissociation.

Selon un mode préféré de réalisation, la différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler est imposée en courbant, avant assemblage, chacun des deux substrats à assembler.

D'autres aspects et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée, que l'on trouvera ci-dessous, de modes particuliers de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs. Cette description se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

- 10 - la figure 1 est un graphique illustrant l'évolution des contraintes avec la température aux surfaces du substrat de silice fondue au sein d'une hétérostructure (silice + silicium) classique,
- la figure 2 est un graphique analogue illustrant les contraintes aux surfaces du substrat de silicium de cette hétérostructure,
- 15 - la figure 3 est un schéma d'une hétérostructure obtenue par le procédé de l'invention,
- les figures 4 et 5 sont des graphiques analogues à ceux des figures 1 et 2 illustrant l'évolution des contraintes avec la température au sein d'une hétérostructure contrainte selon le procédé de l'invention,
- 20 - la figure 6 illustre schématiquement un exemple de mise en œuvre, non limitatif, du procédé selon l'invention,
- les figures 7, 8 et 9 illustrent des variantes de mises sous contraintes des structures élémentaires à assembler,
- les figures 10A et 10B représentent en vue de dessus deux
25 exemples de réalisation de l'une des structures à assembler en vue d'éviter un piégeage de bulles d'air, et
- la figure 11 est une vue schématique en coupe d'un couple de deux préformes déformables.

30 **Description détaillée de modes de réalisation de l'invention**

Sur les figures auxquelles se réfère la description qui suit, des parties identiques, similaires ou équivalentes sont repérées avec les mêmes

références numériques. Par ailleurs pour des raisons de clarté des figures, les différents éléments ne sont pas représentés selon une échelle homogène.

Pour illustrer l'invention, nous allons décrire, à titre d'exemple non limitatif, le procédé de report d'un film, composé d'une couche de silicium d'environ 0.4µm et d'une couche d'oxyde d'environ 0,4µm à partir d'un substrat source en silicium oxydé en surface de 200mm de diamètre et 750µm d'épaisseur, sur un substrat cible de silice fondue de 200mm de diamètre et de 1200µm d'épaisseur.

Suivant les techniques classiques de report, ce film peut être transféré selon le procédé suivant :

- implantation ionique dans le substrat source de façon à créer au sein de ce substrat, une zone fragilisée qui délimite la couche mince à transférer dans des conditions d'implantation connues de l'homme du métier par exemple, implantation d'hydrogène à une dose d'environ $6,10^{16} \text{ H}^+/\text{cm}^2$ sous une énergie de 75keV),
- collage par adhésion moléculaire de la couche oxydée du substrat source sur le substrat cible,
- transfert du film mince par fracture du substrat source au niveau de la zone fragilisée, cette fracture étant induite par exemple par un traitement thermique à environ 400°C, pouvant avantageusement être accompagné de l'application de forces mécaniques.

Les figures 1 et 2 illustrent respectivement les contraintes obtenues par calcul qui sont générées respectivement en surface des substrats de silice fondue et de silicium lors du traitement thermique dans la structure complexe formée de l'assemblage de ces deux substrats. A température ambiante, les deux substrats sont relaxés, il n'y a pas de contrainte interne au sein de la structure complexe.

Ensuite, avec l'élévation de la température, la structure est progressivement contrainte : la courbe 1 de la figure 1 illustre l'évolution de ces contraintes sur la face assemblée du substrat de silice fondue, la courbe 2 sur sa face libre, la courbe 3 de la figure 2 illustre l'évolution de ces contraintes en

tension sur la face assemblée du substrat de silicium, la courbe 4 sur sa face libre.

Cette évolution des contraintes avec la température est parfaitement connue et quantifiable par l'homme du métier. Elle est décrite dans les documents suivants : S. Timoshenko, J. Opt. Soc. Am. 11 (1925) p.233 et D. Feijoo, I. Ong, K. Mitani, W. S. Yang, S. Yu and U. M. Gösele, Zhe-Chuan Feng and Hong-du Liu J; Appl. Phys. 54(1), 1983, p.83 "Generalized formula for curvature radius and layer stresses caused by thermal strain in semiconductor multilayer structures." En première approximation par des calculs de mécanique en théorie élastique continue, si on considère les matériaux isotropes et les coefficients de dilatation thermique constants sur la plage de température à couvrir, l'évolution des contraintes est approximativement linéaire avec la température. Des calculs plus complexes (par exemple par éléments finis) permettent d'affiner les résultats.

Le silicium ayant un coefficient de dilatation thermique plus élevé que celui de la silice fondue, lorsque la température s'élève, la face assemblée du silicium est gênée dans son expansion par la silice fondue, qui se dilate moins que le silicium. Cette face est donc contrainte en compression, provoquant du fait de sa raideur, la dilatation de sa face libre. Parallèlement, la face assemblée de la silice fondue est dilatée par le silicium entraînant du fait de la raideur de la silice fondue, la compression de sa face libre.

Au moment de la fracture, il y a brusque relâchement de ces contraintes. Ce relâchement correspond à un saut d'environ 100MPa au niveau de la zone de fracture pour le substrat de silicium, de 160MPa pour la face assemblée de la silice fondue.

Ces sauts de contraintes peuvent, s'ils ne sont pas contrôlés, endommager les structures obtenues.

Par contre, selon l'invention, on génère des pré-contraintes internes au sein de la structure de sorte qu'au moment de la fracture de la structure complexe assemblée, les contraintes soient imposées et avantageusement inférieures à un seuil permettant de garantir la qualité des structures obtenues après fracture.

Ainsi, si on courbe avant assemblage le substrat source de silicium 5 et le substrat cible de silice fondue 6 avec un rayon de courbure au niveau des faces à assembler de l'ordre de 1.2m de sorte que la face à assembler du substrat de silicium 5 soit convexe et celle du substrat de silice fondue 6 soit concave, on obtient, après assemblage, la structure illustrée figure 3, avec au niveau de l'interface de collage un niveau de contraintes tangentielles données, la face assemblée du silicium étant, à température ambiante, contrainte en traction, celle de la silice fondue en compression. Les flèches, figure 3, symbolisent cet état de contrainte à l'interface de collage. La ligne 5' schématise une couche de fragilisation qui a été préalablement réalisée par implantation.

Ainsi contrainte, la structure complexe voit son niveau de contraintes évoluer avec la température comme illustré figure 4 respectivement pour la face assemblée (courbe 7) de la silice fondue et sa face libre (courbe 8) et figure 5 respectivement pour la face assemblée (courbe 9) du silicium et sa face libre (courbe 10).

On peut constater qu'à la température de fracture, il n'y a pratiquement plus de contrainte interne au sein de la structure complexe assemblée, ni au sein du substrat de silicium, ni au sein du substrat de silice fondue. Il n'y a donc plus de saut de contrainte au moment de la dissociation.

Dans cet exemple, les contraintes internes au niveau de la zone de fracture ayant été minimisées à la température de fracture, ces contraintes n'interviennent plus dans le mécanisme de fracture. Cela peut n'avoir qu'une influence négligeable sur le budget thermique (couple température-durée) nécessaire à la fracture et dans ce cas, on conservera le même budget thermique. Dans certains cas, Il pourra être nécessaire, par exemple, de modifier le temps de traitement thermique pour que la fracture s'effectue, par rapport au temps nécessaire pour la fracture dans le cas d'un collage sans précontrainte. On pourra également choisir, si on ne souhaite pas modifier le temps de traitement thermique, de changer la température de traitement thermique. On pourra alors avantageusement choisir un rayon de courbure avant collage adapté à cette nouvelle température. Il peut, par ailleurs, être

intéressant de réduire, mais sans les minimiser, les contraintes internes au sein de la structure assemblée. C'est le cas par exemple, si on souhaite choisir le budget thermique nécessaire à la fracture tout en garantissant la qualité des structures obtenues après fracture. On peut bien sûr choisir d'appliquer des

5 contraintes d'origine externe (traction, torsion,...) généralisées ou localisées.

Générer une différence de contraintes tangentielles entre les faces assemblées des deux substrats source et cible permet donc de limiter les sauts de contrainte subis par les différentes structures obtenues au moment de la dissociation de la structure assemblée. Avantageusement, si les deux substrats

10 à assembler sont massifs et présentent des coefficients de dilatation thermique différents, la différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler sera choisie de sorte que la face du substrat présentant le plus faible coefficient de dilatation thermique soit contrainte en compression par rapport à l'autre face à assembler. Les précontraintes ainsi créées au sein de la structure

15 complexe viendront donc bien compenser par avance tout ou partie des contraintes à venir, liées à l'élévation de température, en particulier à la température de dissociation.

Compte-tenu de la température choisie pour la dissociation et des coefficients de dilatation des matériaux en cause, il est à la portée de l'homme de métier de déterminer les contraintes à générer lors de l'assemblage.

20

Il existe bien des manières de générer cette différence d'état de contraintes.

La figure 6 illustre un exemple de procédé. Une première structure élémentaire 11 est déformée par aspiration sur une première préforme 12 de

25 forme spécifique, par exemple sphérique concave. L'aspiration est réalisée grâce à des canaux d'aspiration 15 débouchant à la surface de la préforme. Des joints 16 situés en périphérie de préforme peuvent soutenir la première structure 11 et permettre d'assurer une différence de pression entre les deux faces de cette structure. Celle-ci sous l'effet de cette différence de pression se

30 déforme pour épouser la forme de la première préforme 12. Du fait de la déformation, des contraintes connues et quantifiables par l'homme du métier

naissent au sein de la première structure 11 et en particulier sur sa face libre (supérieure).

Une deuxième structure 13 est alors mise en regard de la face libre de la première structure 11. Une deuxième préforme 14, de forme adaptée et
5 avantageusement complémentaire de la forme de la première préforme 12, par exemple sphérique convexe, est prévue pour assurer la déformation élastique de la deuxième structure 13 entre la deuxième préforme 14 et la première structure 11. La flèche représentée sur la figure 6 symbolise l'application des forces destinées à réaliser la déformation proprement dite. Au cours de cette
10 déformation, la deuxième structure 13 se déforme progressivement au contact de la première structure 11 jusqu'à en épouser la forme.

Les deux faces à assembler ayant ici été conditionnées, par exemple avant la mise sous contrainte des deux structures, de façon connue de l'homme du métier, afin de permettre un collage par adhésion moléculaire, ce collage
15 s'effectue lorsque les deux faces en regard coïncident.

On obtient alors une structure complexe du type de celle de la figure 3, formée de l'assemblage de deux structures élémentaires contraintes présentant au niveau de leurs faces assemblées une différence de contraintes tangentielles connue et imposée par la déformation respective des deux
20 structures avant le collage.

Il est à la portée de l'homme du métier de relier précisément la déformation imposée sur les structures avec le niveau de contraintes obtenues dans la structure et en particulier celui obtenu sur la face à assembler. Il sait donc par un choix adapté de la forme des préformes 12 et 14 imposer
25 précisément une différence de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler avant le collage et donc imposer les contraintes en tout point de la structure complexe une fois assemblée. Les préformes peuvent être par exemple des moules rigides, des moules poreux ou encore des membranes déformables...

30 Une variante du procédé consiste, comme illustré figure 7, à remplacer la première préforme 12 par un dispositif creux 17 muni d'une cavité centrale 18. La première structure 11 repose alors sur ce dispositif en sa

périphérie par l'intermédiaire de joints étanches 19. Des canaux d'aspiration 20 permettent de créer dans la cavité une dépression. En ajustant la différence de pression qui s'applique entre les deux faces de la première structure 11, on peut ainsi déformer cette première structure 11 selon une courbure déterminée.

5 Par exemple, pour un vide dans la cavité d'environ 0.25 bar, l'autre face de la structure étant soumise à la pression atmosphérique, on obtient 3 mm de flèche sur une plaque de 200 mm de diamètre standard de silicium d'épaisseur 750 microns avec un joint de diamètre 195mm. La première structure 11 peut ensuite être assemblée à la seconde structure 3 comme expliqué

10 précédemment.

Une autre variante est illustrée sur la figure 8. Elle consiste à réaliser la déformation de la seconde structure 13 entre deux préformes adaptées de formes complémentaires, l'une concave 22 et l'autre convexe 21. La préforme convexe est munie de canaux d'aspiration 24 pour permettre de maintenir la

15 deuxième structure 13 dans sa position après la déformation et le retrait de la préforme concave 22. La deuxième structure 13 peut ensuite être assemblée à la première structure 11 elle-même déjà déformée (par exemple conformément à la figure 7), par un collage à l'aide d'une colle par exemple.

Une autre variante consiste à assembler sans contrainte à

20 température ambiante les deux structures élémentaires à assembler par un collage moléculaire. On déforme ensuite cette structure assemblée entre deux moules complémentaires. On s'assure ensuite que chacune des structures est solidaire d'un des moules (par aspiration par exemple) puis on provoque par tout moyen connu de l'homme du métier une séparation de la structure

25 assemblée au niveau de la zone de collage moléculaire. On obtient alors deux structures élémentaires contraintes que l'on peut ensuite assembler selon l'invention. Cette variante a pour avantage de préserver l'état de surface au niveau des faces à assembler, permettant ainsi par exemple, d'assembler les deux structures élémentaires contraintes par un nouveau collage moléculaire.

30 L'assemblage des deux structures élémentaires peut donc être un collage par adhésion moléculaire ou encore un collage au moyen d'une colle ou encore d'une couche de scellement.

On pourra par ailleurs prévoir d'utiliser une couche d'adhésion entre la préforme et la structure à déformer ou encore utiliser des forces électrostatiques ou magnétiques pour maintenir en contact la préforme et la structure élémentaire courbée.

5 Encore une autre variante illustrée figure 9, consiste à mettre en vis à vis les deux structures 11 et 13 sans qu'elles soient collées et à les emboutir simultanément entre deux préformes respectivement concave 25 et convexe 26 de formes complémentaires. Les flèches sur la figure 9, illustrent les forces de pression à appliquer pour assurer la déformation. Les deux structures se
10 déforment alors conjointement, un film d'air restant interposé entre les deux structures. Une fois atteinte la courbure désirée, le film d'air s'évacue du fait des forces appliquées, le collage par adhésion moléculaire s'effectue alors.

Lors de l'emboutissage de la deuxième structure 13 entre la première structure 11 et la préforme 14, une bulle d'air peut se trouver emprisonnée entre
15 les deux structures et gêner le collage par adhésion moléculaire. Pour évacuer cette bulle d'air, on peut avantageusement prévoir de percer en leur centre 27, comme illustré figure 10A, l'une ou les deux structures à assembler par un perçage laser par exemple ou une gravure profonde de la structure.

Une alternative consiste à prévoir sur l'une ou les deux structures un
20 ou plusieurs canaux d'évacuation 28 sur la face à assembler, débouchant en bordure de plaque comme illustré sur la figure 10B. Ces canaux peuvent, par exemple, avoir des dimensions de l'ordre de 100 μm de largeur et 5 μm de profondeur et être réalisés par les techniques usuelles de lithographie et de gravure. Des moyens d'aspiration pourront être associés à ces canaux 28 ou au
25 perçage 27 pour faciliter l'évacuation de l'air emprisonné.

Une autre alternative peut consister à réaliser la déformation et l'assemblage sous un vide partiel afin de minimiser le volume d'air emprisonné. Cette méthode a l'inconvénient de nécessiter des vides d'autant plus poussés pour assurer la déformation des structures.

30 Une dernière alternative peut consister à placer des espaceurs en position radiale en périphérie de plaque, qui seront retirés une fois la zone centrale collée. Plus généralement, on pourra utiliser toute méthode qui permet

d'initier le collage entre les deux structures en leurs centres pour ensuite le propager vers les bords. On peut pour cela par exemple introduire avant collage une légère différence de courbure entre les deux structures.

On obtient après collage selon le procédé de l'invention une structure
5 complexe contrainte dont les contraintes sont connues en tout point et ce, en imposant une différence de contraintes tangentielles entre les faces des deux structures à assembler. Lorsqu'on supprime les forces qui ont permis de déformer les deux structures initiales (pression mécanique ou aspiration par le vide), avec la libération des faces extérieures de la structure complexe, les
10 contraintes au sein de cette structure évoluent mais ce, de façon déterminée et connue de l'homme du métier. Cette évolution est fonction, entre autre, des natures et des épaisseurs des différents matériaux constituant chacune des deux structures initiales et de la différence de contraintes présente à l'interface de collage.

15 Les procédés décrits précédemment permettent la dissociation sous contraintes contrôlées d'une hétérostructure formée de substrats de matériaux différents. Ces substrats peuvent être plus ou moins épais, simples ou composites (formés d'un empilement de différentes couches de matériaux plus ou moins minces) processés ou non. Les matériaux concernés sont tous les
20 semi-conducteurs comme notamment le silicium, le germanium, leurs alliages ($\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$), le phosphore d'indium (InP), l'arsenic de gallium (GaAs), le niobate de lithium, le carbure de silicium (SiC), le nitrure de gallium (GaN), le saphir, les supraconducteurs comme par exemple les composés de type YBaCuO, NbN, ou BiSrCaCuO, tous les isolants comme notamment, la silice fondue, le quartz,
25 les verres de différentes compositions, MgO, tous les métaux comme notamment le tungstène, le cuivre ou l'aluminium.

Diverses variantes de ce qui précède sont possibles.

Les préformes peuvent être chauffées pour permettre un collage en température des structures intermédiaires déformées. Avantagusement, les
30 préformes peuvent ne pas être à la même température pour que les deux structures intermédiaires présentent une différence de température au moment de l'assemblage.

Le fait de coller les structures intermédiaires en température permet aussi de contrôler les contraintes internes de la structure complexe en plus du contrôle déjà permis par la déformation contrôlée des structures intermédiaires.

Il est alors, par exemple, possible d'annuler des contraintes internes d'une structure complexe à une température donnée en limitant la déformation des structures intermédiaires. Par exemple, on ne veut pas déformer à plus de 1,4m de rayon de courbure les deux structures intermédiaires constituées d'une plaque de silicium de 750 μm d'épaisseur et de 200 mm de diamètre et d'une plaque de silice fondue de 1200 μm d'épaisseur et de 200 mm de diamètre. Ces deux structures intermédiaires déformées à environ 1,4 m avant collage donnent une structure complexe où les contraintes internes sont annulées en environ 300°C si le collage a eu lieu à 20°C. En revanche, si on colle les deux structures intermédiaires à 100°C, les contraintes internes de la structure complexe s'annuleront à 380°C, donc à une température plus haute sans avoir à déformer de façon plus importante les structures intermédiaires.

On peut disposer entre les deux structures intermédiaires une couche qui flue à une certaine température, T_f . Le fait d'introduire cette couche de fluage permet de modifier les contraintes internes au sein de la structure complexe si la température du traitement thermique dépasse T_f .

Cela permet par exemple de minimiser des contraintes lors d'un recuit. Considérons par exemple une structure complexe constitué d'un substrat de silice fondue de 1200 μm d'épaisseur et de 200 mm de diamètre sur lequel on a un film de 0,4 μm de silicium. Le fait de créer la structure complexe avec l'invention permet de pouvoir atteindre une température de traitement thermique, T_{th} , par exemple 800°C sans dépasser le niveau de contrainte que l'on s'est fixé pour conserver une bonne qualité cristalline au film de silicium (sans précontraindre les structures élémentaires pour former la structure complexe, on ne pouvait pas atteindre 800°C sans abîmer le film de silicium). En revanche, si on veut augmenter la température du traitement thermique sans modifier la déformation des structures élémentaires utilisée pour obtenir la structure complexe, on risque alors de dépasser le niveau de contrainte que l'on s'est fixé. Si on dispose d'une couche qui flue à T_f , avec T_f égale par

exemple à 800°C, dès que la température de traitement thermique va dépasser T_f , la couche de fluage va fluer, relaxant ainsi une partie des contraintes internes. On peut alors effectuer un traitement thermique à une température supérieure à T_{th} sans dépasser le niveau de contrainte interne que l'on s'est
5 fixé.

Les préformes peuvent être des moules, par exemple des moules poreux.

Lorsque l'on utilise un système de différence de pression pour déformer les structures élémentaires ou maintenir les structures élémentaires
10 sur les préformes, il peut être avantageux qu'une des faces des structures élémentaires ne soit pas à la pression atmosphérique mais à une pression différente, avantageusement supérieure. La figure 11 représente à titre d'exemple une enceinte 30 contenant deux préformes 31 et 32 comportant
15 chacune une membrane déformable 31A ou 32A. A la surface de ces membranes débouchent des canaux d'aspiration 33 et 34, ici schématisés comme étant tangentiels. Les circuits d'aspiration ou de mise sous pression sont schématisés par de simples double traits.

Les canaux d'aspiration permettent de maintenir les structures élémentaires déformées ; on peut limiter la surface des canaux d'aspiration en
20 soumettant la face libre de la structure intermédiaire à une pression supérieure à la pression atmosphérique (par exemple 2 bar à l'intérieur de l'enceinte). Par ailleurs, si cette préforme déformable est déformée par une différence de pression, on peut atteindre une déformation plus importante en augmentant la pression sur la face libre de la structure élémentaire. A titre d'exemple, la
25 préforme 31 est à une pression interne de 1,5 bar tandis que les canaux 33 sont à une pression de 0,3 bar ; la préforme 32 est à une pression interne de 2,5 bar tandis que les canaux 34 sont à une pression de 0,3 bar. La pression de l'enceinte (2 bar) est intermédiaire entre les pressions des préformes 31 et 32.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'une structure complexe par assemblage de deux substrats (5, 6 ; 11, 13) par deux faces respectives de
5 liaison, cette structure étant destinée à être dissociée au niveau d'une zone de séparation, caractérisé en ce que, avant assemblage, on crée une différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler, cette différence étant choisie en sorte d'obtenir au sein de la structure assemblée un état de contraintes prédéterminé au moment de la dissociation.
- 10 2. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 1, caractérisé en ce que la différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler est choisie en sorte de minimiser les contraintes au niveau de la zone de séparation au moment de cette dissociation.
- 15 3. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler est imposée en courbant chacun des deux substrats à assembler.
- 20 4. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 3, caractérisé en ce que les deux substrats sont courbés de sorte que les deux faces à assembler soient respectivement concave et convexe.
5. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 4, caractérisé en ce que les deux substrats sont courbés de sorte que les deux faces à assembler soient complémentaires.
- 25 6. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 5, caractérisé en ce que les deux substrats sont courbés de sorte que les deux faces à assembler soient respectivement sphérique concave et sphérique convexe.
- 30 7. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que la courbure des deux substrats est créée par application de forces mécaniques sur chacun des deux substrats.

8. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 7, caractérisé en ce que les forces mécaniques appliquées sur le substrat résultent de la création d'une différence de pression entre les deux faces dudit substrat.

5 9. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 8, caractérisé en ce que la différence de pression entre les deux faces du substrat à courber pour qu'il présente une face à assembler concave est créée par aspiration dudit substrat sur une préforme concave de profil adapté choisi en fonction de celui à donner à la face à assembler et sur laquelle
10 le substrat repose localement en sa périphérie.

 10. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 8, caractérisé en ce que la différence de pression entre les deux faces du substrat à courber pour qu'il présente une face à assembler concave est créée par aspiration dudit substrat à l'intérieur d'une cavité, le substrat
15 reposant localement en sa périphérie sur un joint bordant la cavité.

 11. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 7, caractérisé en ce que les forces mécaniques appliquées sur le substrat résultent de la déformation de ce substrat entre une première et une deuxième préformes complémentaires, l'une concave, l'autre convexe de profils
20 choisis en fonction de celui à donner à la face à assembler.

 12. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 11, caractérisé en ce que la première préforme est un des substrats à assembler déjà courbé selon le profil désiré

 13. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 11 ou la revendication 12, caractérisé en ce que la deuxième préforme est munie de canaux d'aspiration pour maintenir le substrat courbé une fois enlevée la première préforme.
25

 14. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 7, caractérisé en ce que les forces mécaniques sont appliquées
30 simultanément sur les deux substrats à assembler par déformation des deux substrats entre deux préformes de profils choisis en fonction de ceux à donner aux faces à assembler.

15. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, caractérisé en ce que l'application de forces mécaniques sur l'un au moins des substrats est effectuée à l'aide d'une préforme constituée d'un moule.

5 16. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 15, caractérisé en ce que cette préforme est constituée d'un moule poreux.

10 17. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, caractérisé en ce que l'application de forces mécaniques sur les substrats est effectuée à l'aide d'au moins une préforme déformable.

18. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que l'assemblage entre les deux substrats est un collage moléculaire.

15 19. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que les deux faces à assembler sont traitées afin de faciliter le collage.

20 20. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon l'une quelconque des revendication 1 à 19, caractérisé en ce que l'assemblage entre les substrats est réalisé par contact direct, la surface d'au moins l'un des substrats étant aménagée en sorte d'éviter un piégeage d'air entre les surfaces assemblées.

21. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'un au moins des substrats est percé.

25 22. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 21, caractérisé en ce que ce substrat est percé en son centre.

23. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'un au moins des substrats comporte au moins un canal non traversant débouchant en bordure du substrat.

30 24. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que l'assemblage entre les substrats est réalisé au moyen d'une couche de fluage.

25. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon l'une quelconque des revendications 1 à 24, caractérisé en ce qu'on réalise l'assemblage à une température supérieure à l'ambiante.

5 26. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 25, caractérisé en ce que les substrats sont chauffés par contact avec des préformes chauffées.

27. Procédé de réalisation d'une structure complexe selon la revendication 26, caractérisé en ce que les préformes sont respectivement chauffées à des températures différentes.

10 28. Procédé de report d'une couche mince depuis un substrat source vers un substrat cible, comprenant les étapes suivantes :

- implantation ionique au travers d'une face du substrat source pour créer une couche fragilisée enterrée à une profondeur déterminée par rapport à la face implantée du substrat source, une couche mince étant ainsi
15 délimitée entre la face implantée et la couche enterrée,

- assemblage d'une face du substrat source sur une face du substrat cible pour former une structure assemblée

- dissociation de la couche mince d'avec le reste du substrat source au niveau de la couche enterrée,

20 caractérisé en ce que, avant assemblage, on crée une différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler, cette différence étant choisie en sorte d'obtenir au sein de la structure assemblée un état de contraintes prédéterminé au moment de la dissociation.

25 29. Procédé de report d'une couche mince selon la revendication 28, caractérisé en ce que la différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler est choisie en sorte de minimiser les contraintes internes au moment de la dissociation.

30 30. Procédé de report d'une couche mince selon la revendication 28 ou 29, caractérisé en ce que la différence d'état de contraintes tangentielles entre les deux faces à assembler est imposée en courbant, avant assemblage, chacun des deux substrats à assembler.

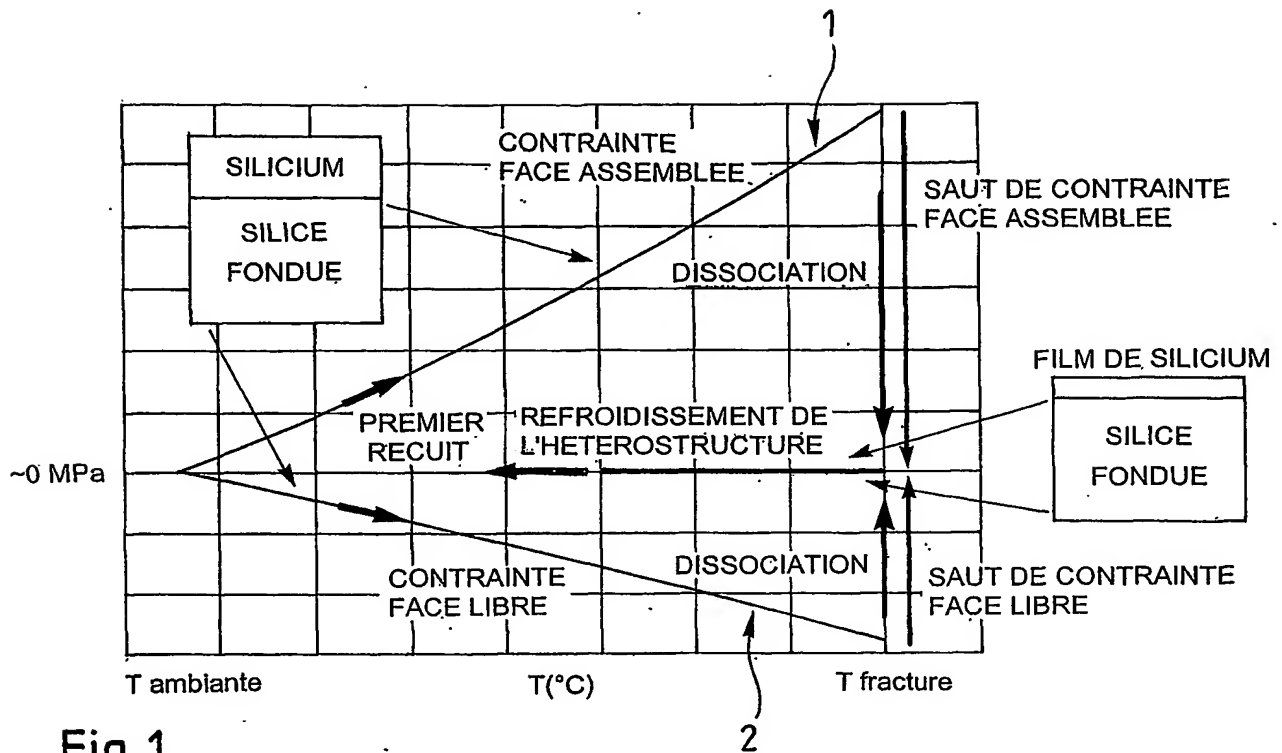


Fig. 1

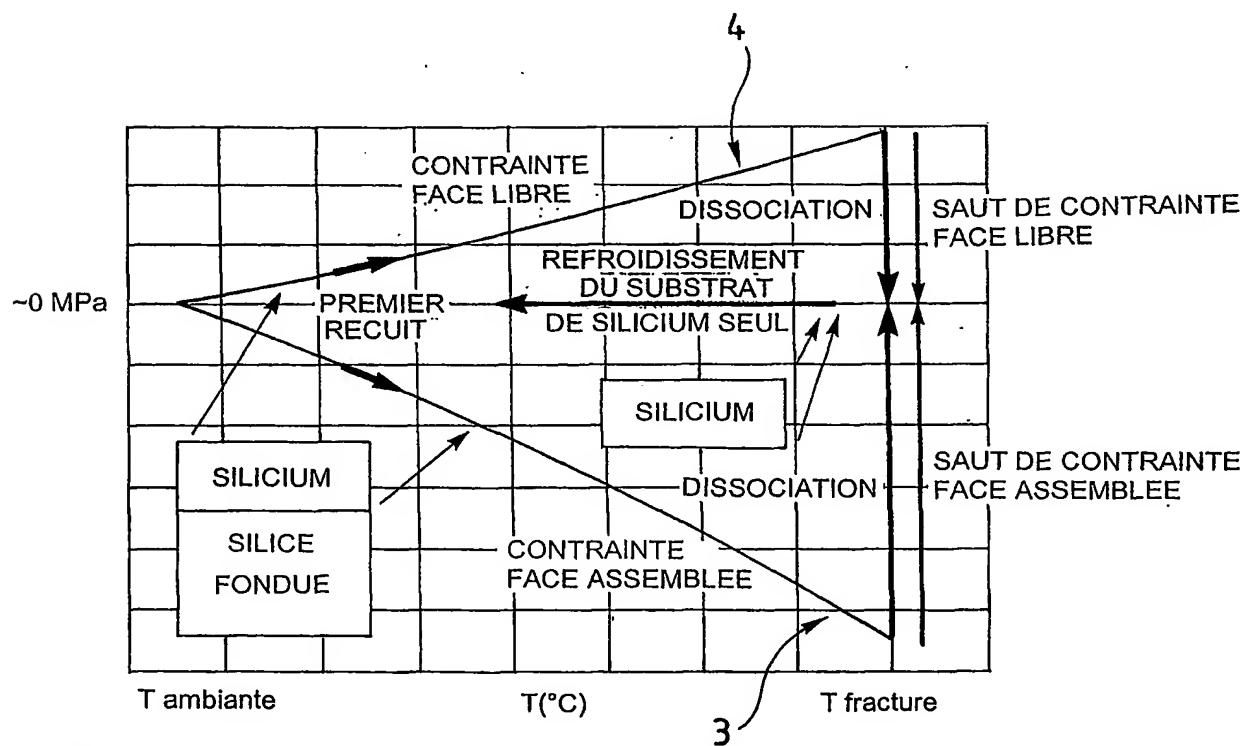


Fig. 2

Fig. 3

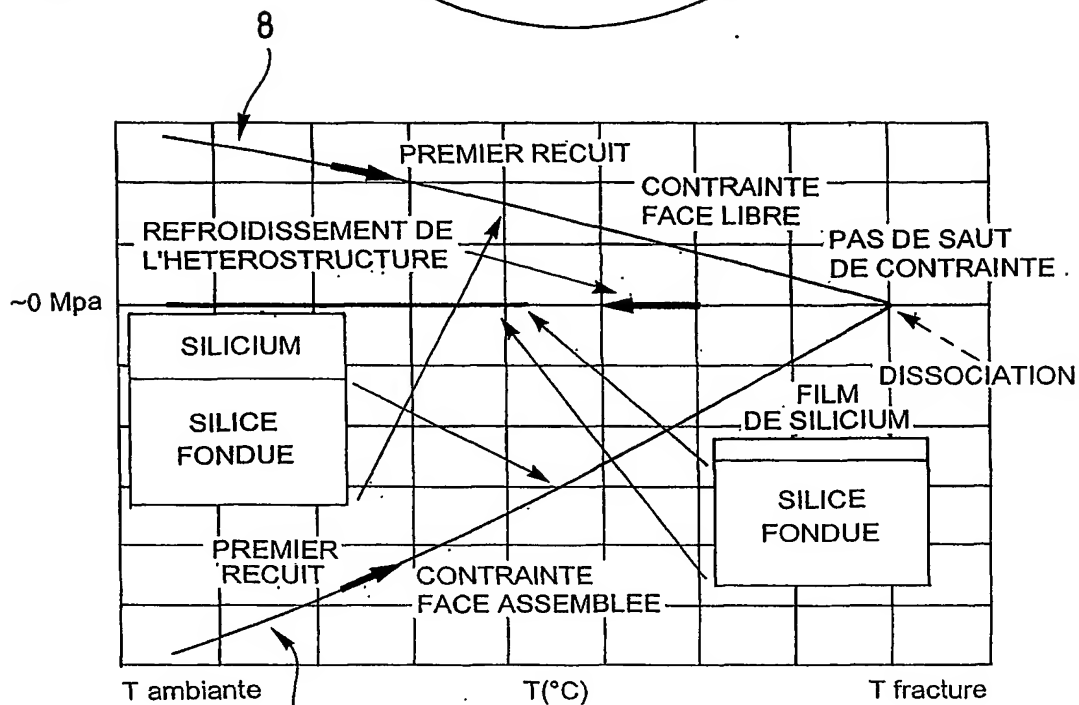
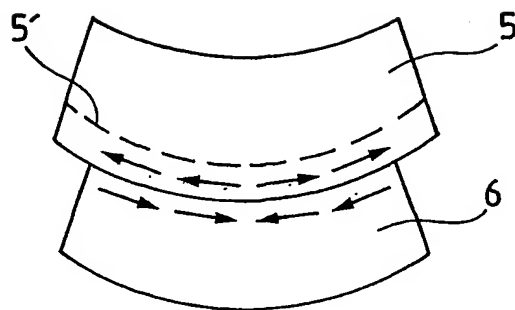


Fig. 4

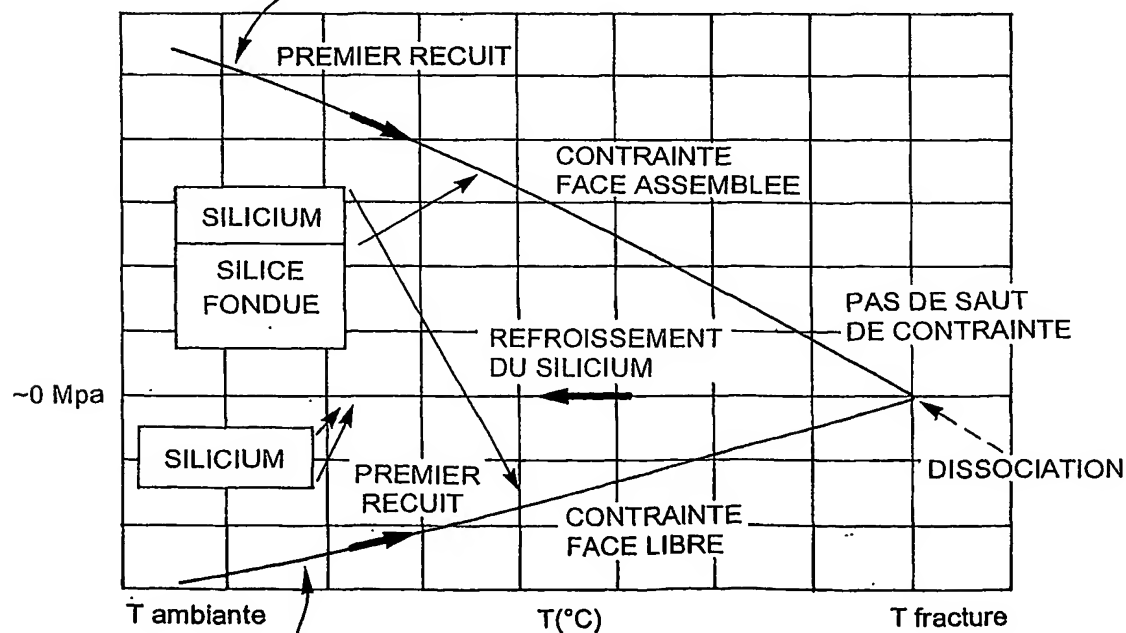


Fig. 5

3/4

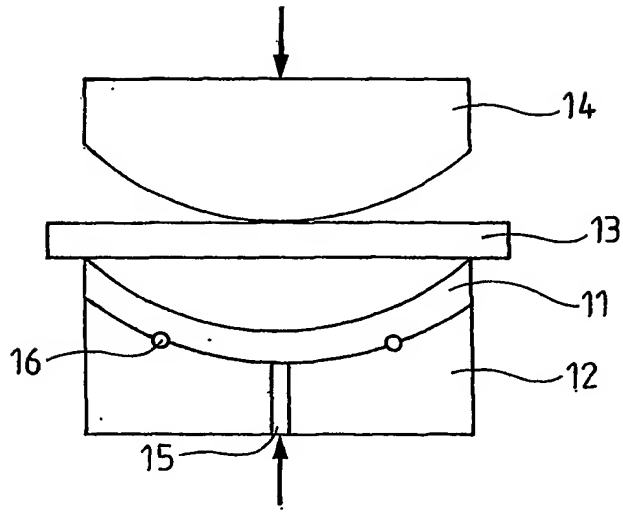


Fig. 6

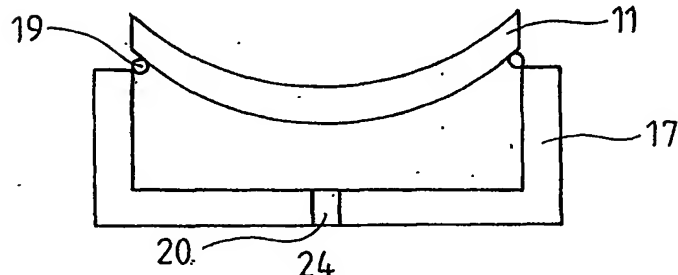


Fig. 7

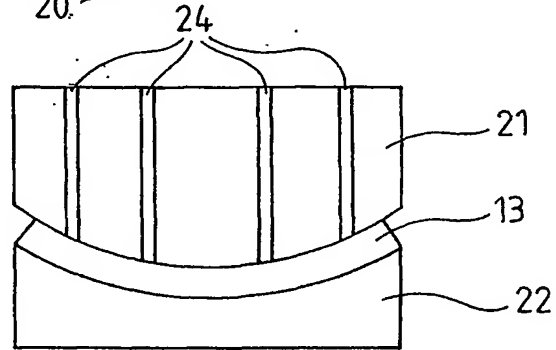


Fig. 8

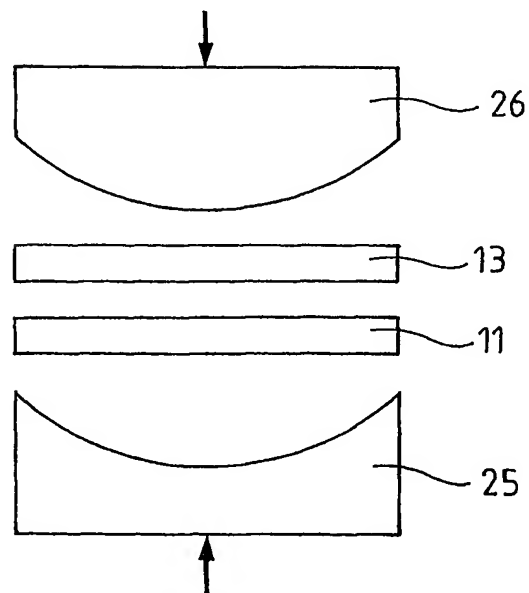


Fig. 9

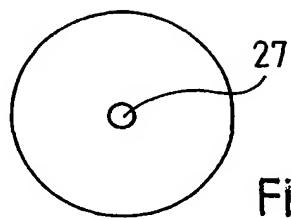


Fig. 10A

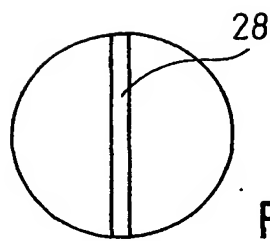


Fig. 10B

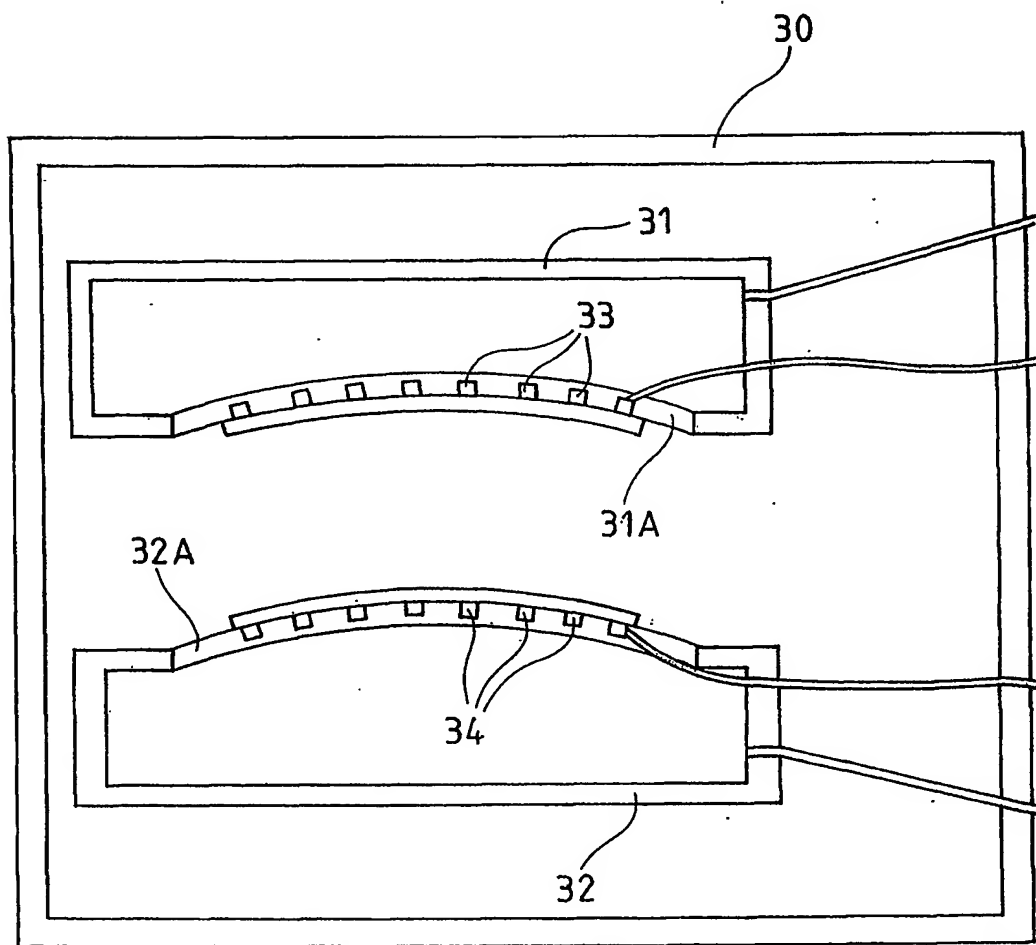


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/03622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L21/762 H01L21/304 H01L21/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00/48238 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ;ASPAR BERNARD (FR); MORICEAU HUBERT) 17 August 2000 (2000-08-17) page 21, line 28 - page 26, line 26; figures 7-9	1-8, 18-20, 25,28-30
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 173 (E-748), 24 April 1989 (1989-04-24) & JP 01 004013 A (SONY CORP), 9 January 1989 (1989-01-09) abstract	1-30
A	EP 0 410 679 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 30 January 1991 (1991-01-30) abstract; figure 1	1-30
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 May 2004

Date of mailing of the international search report

03/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wolff, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/03622

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 050 901 A (CANON KK) 8 November 2000 (2000-11-08) paragraphs '0108! - '0114!; figure 12 -----	1-30
A	US 4 254 590 A (EISELE DIETER ET AL) 10 March 1981 (1981-03-10) column 2, lines 38-67; figure -----	1-30
A	US 5 400 548 A (HUBER ANTON ET AL) 28 March 1995 (1995-03-28) column 4, line 24 - column 5, line 19; figures -----	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/03622

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0048238	A	17-08-2000	FR 2789518 A1 EP 1155442 A1 WO 0048238 A1 JP 2002536843 T	11-08-2000 21-11-2001 17-08-2000 29-10-2002
JP 01004013	A	09-01-1989	NONE	
EP 0410679	A	30-01-1991	JP 1862773 C JP 3055822 A JP 5080133 B DE 69023289 D1 DE 69023289 T2 EP 0410679 A1 US 5071785 A	08-08-1994 11-03-1991 08-11-1993 07-12-1995 04-07-1996 30-01-1991 10-12-1991
EP 1050901	A	08-11-2000	JP 2001015721 A CN 1272682 A EP 1050901 A2 TW 507374 B US 6605518 B1	19-01-2001 08-11-2000 08-11-2000 21-10-2002 12-08-2003
US 4254590	A	10-03-1981	DE 2849184 A1 JP 55067142 A	22-05-1980 21-05-1980
US 5400548	A	28-03-1995	DE 4224395 A1 DE 59308969 D1 EP 0580162 A1 JP 2582030 B2 JP 6260459 A KR 9709861 B1	27-01-1994 15-10-1998 26-01-1994 19-02-1997 16-09-1994 18-06-1997

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 03/03622

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01L21/762 H01L21/304 H01L21/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 00/48238 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ; ASPAR BERNARD (FR); MORICEAU HUBERT) 17 août 2000 (2000-08-17) page 21, ligne 28 - page 26, ligne 26; figures 7-9	1-8, 18-20, 25, 28-30
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 173 (E-748), 24 avril 1989 (1989-04-24) & JP 01 004013 A (SONY CORP), 9 janvier 1989 (1989-01-09) abrégé	1-30
A	EP 0 410 679 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 30 janvier 1991 (1991-01-30) abrégé; figure 1	1-30
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 mai 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03/06/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Wolff, G

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 03/03622

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 050 901 A (CANON KK) 8 novembre 2000 (2000-11-08) alinéas '0108! - '0114!; figure 12 -----	1-30
A	US 4 254 590 A (EISELE DIETER ET AL) 10 mars 1981 (1981-03-10) colonne 2, ligne 38-67; figure -----	1-30
A	US 5 400 548 A (HUBER ANTON ET AL) 28 mars 1995 (1995-03-28) colonne 4, ligne 24 - colonne 5, ligne 19; figures -----	1-30

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 03/03622

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0048238	A	17-08-2000	FR 2789518 A1 EP 1155442 A1 WO 0048238 A1 JP 2002536843 T	11-08-2000 21-11-2001 17-08-2000 29-10-2002
JP 01004013	A	09-01-1989	AUCUN	
EP 0410679	A	30-01-1991	JP 1862773 C JP 3055822 A JP 5080133 B DE 69023289 D1 DE 69023289 T2 EP 0410679 A1 US 5071785 A	08-08-1994 11-03-1991 08-11-1993 07-12-1995 04-07-1996 30-01-1991 10-12-1991
EP 1050901	A	08-11-2000	JP 2001015721 A CN 1272682 A EP 1050901 A2 TW 507374 B US 6605518 B1	19-01-2001 08-11-2000 08-11-2000 21-10-2002 12-08-2003
US 4254590	A	10-03-1981	DE 2849184 A1 JP 55067142 A	22-05-1980 21-05-1980
US 5400548	A	28-03-1995	DE 4224395 A1 DE 59308969 D1 EP 0580162 A1 JP 2582030 B2 JP 6260459 A KR 9709861 B1	27-01-1994 15-10-1998 26-01-1994 19-02-1997 16-09-1994 18-06-1997